

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 30 JUL 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 29 019.9

Anmeldetag: 28. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Steuerung eines Kraftstoffzumess-
systems einer Brennkraftmaschine

IPC: F 02 D 41/34

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wehner

Best Available Copy

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

Verfahren zur Steuerung eines Kraftstoffzumeßsystems
einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine geht beispielsweise aus der DE 199 45 618 A1 hervor. Bei diesem bekannten Verfahren legt die Ansteuerdauer wenigstens eines elektrisch betätigten Ventils die einzuspritzende Kraftstoffmenge fest. In bestimmten Betriebszuständen wird die Mindestansteuerdauer ermittelt, bei der gerade Kraftstoff eingespritzt wird. Ausgehend von einem Startwert wird die Ansteuerdauer erhöht oder verringert. Die Ansteuerdauer, bei der eine Änderung eines Signals auftritt, wird als Mindestansteuerdauer gespeichert. Als Signal wird eine die Drehungsgleichförmigkeit charakterisierende Größe, ein Ausgangssignal einer Lambdasonde oder ein Ausgangs-

signal einer Ionenstromsonde verwendet. Durch dieses Verfahren ist eine Einspritzmengendrift über die Lebensdauer der Einspritzdüse im Bereich der Voreinspritzung möglich.

Aus der nicht vorveröffentlichten DE 102 15 610 geht ein System und ein Verfahren zum Korrigieren des Einspritzverhaltens von Injektoren hervor bei dem zur Steigerung der Gutausbringung ein Injektormengenabgleich in mehreren Prüfpunkten, vorzugsweise in 4 Prüfpunkten, nämlich bei der Voreinspritzung im Leerlaufbetrieb, am Emissionspunkt und im Vollastbetrieb vorgenommen wird.

Dieser Injektormengenabgleich ist erforderlich, da derartige Injektoren aufgrund ihrer mechanischen Fertigungstoleranzen unterschiedliche Mengenkennfelder besitzen. Unter einem Mengenkennfeld ist die Beziehung zwischen Einspritzmenge, Rail-Druck und Ansteuerzeit zu verstehen. Dies hat zur Folge, daß trotz elektrisch definierter Steuerung jeder einzelne Injektor den Verbrennungsraum mit unterschiedlichen Kraftstoffmengen füllt.

Um nämlich einen möglichst geringen Kraftstoffverbrauch unter Einhaltung strenger Abgasnormen zu erreichen, dürfen die Injektoren im Betrieb nur sehr geringe Toleranzen im Hinblick auf die Einspritzmenge aufweisen. Diese geforderten geringen Toleranzen können aufgrund der mechanischen Fertigungstoleranzen nicht eingehalten werden. Um dennoch eine definierte Einspritzmenge bei

den Injektoren sicherzustellen, werden die Injektoren nach der Fertigung an charakteristischen Arbeitspunkten oder Prüfpunkten auf ihre Einspritzmenge vermessen und in Klassen eingeordnet. Die jeweilige Klasse muß im Betrieb der Brennkraftmaschine dem Motor-Steuergerät bekannt sein, so daß die Steuerung an die speziellen Merkmale der Klasse injektorspezifisch angepaßt werden kann. Die Klasseninformationen werden auf dem Injektor gespeichert, beispielsweise durch verschiedene Codierung, wie etwa Barcode, durch Widerstände am Injektor oder durch Klartext auf dem Injektor.

Darüber hinaus ist es möglich, daß in den Injektoren elektronische Speichermöglichkeiten vorgesehen sind, in welchen beispielsweise die Klasseninformation gespeichert ist. Das Steuergerät kann diese Werte über eine Schnittstelle aus dem Injektor auslesen und im Folgebetrieb nutzen.

Bei derartigen Common-Rail-Injektoren ist nun über die Lebensdauer eine Mengendrift zu beobachten, die individuell bei jedem Injektor unterschiedlich ausgeprägt ist und beispielsweise vom Lastprofil oder vom Injektortyp abhängt. Diese Mengendrift wirkt sich nachteilig in bezug auf einen geringen Kraftstoffverbrauch, auf die Einhaltung strenger Abgasnormen wie auch nachteilig in bezug auf beispielsweise den Geräuschpegel der Brennkraftmaschine aus. Eine Korrektur der Einspritzmengendrift über die Lebensdauer der Injektoren ist bisher nur im Voreinspritz-Plateau durch ein aus der DE 199 45 618 A1 hervorgehendes Verfahren möglich. Mengendriften

in anderen Arbeitspunkten können dagegen, wenn überhaupt, nur sehr beschränkt kompensiert werden.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde ein Verfahren anzugeben, bei welchem eine Mengenkorrektur, insbesondere eine Korrektur der Mengendrift über die Lebensdauer eines Piezo-Common-Rail-Injektors in Arbeitspunkten außerhalb des Bereichs der Voreinspritzung möglich ist.

Vorteile der Erfindung

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zur Steuerung von Injektoren eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine der eingangs beschriebenen Art durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Grundidee der Erfindung ist es, aus der Differenz zwischen der Ansteuerdauer, bei der eine Änderung des Signals auftritt und der gespeicherten Mindestansteuerdauer mittels Übertragungsfunktionen, welche den Zusammenhang zwischen der Mindestansteuerdauer und jeweils der Ansteuerdauer an mehreren Prüfpunkten des Injektors und/oder den Zusammenhang zwischen den Ansteuerdauern an unterschiedlichen Prüfpunkten des Injektors festlegen, Korrekturwerte für das Mengengebiet des Injektors zu bestimmen. Es wird daher gewissermaßen ausgehend vom Voreinspritzbereich, in dem Mengendriffs erfaßt und korrigiert werden können, auf das gesamte Mengen-

feld des Injektors mit Hilfe von Übertragungsfunktionen geschlossen.

Diese Übertragungsfunktionen werden vorzugsweise ihrerseits während des Injektormengenabgleichs in den Prüfpunkten bestimmt.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß die Übertragungsfunktionen auf dem Injektor gespeichert werden, der Injektor also auch mit diesen Übertragungsfunktionen kodiert wird.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform werden die Korrekturwerte in einem Motor-Steuergerät gespeichert.

Zeichnung

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Teils eines aus dem Stand der Technik bekannten Common-Rail-Systems, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwendung kommt und

Fig. 2 schematisch die Einspritzmenge über der Ansteuerdauer bei unterschiedlichen Einspritz-

drücken zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist der Hochdruckteil eines Common-Rail-Speichereinspritzsystems dargestellt, wobei im folgenden lediglich die Hauptkomponenten und solche Komponenten näher erläutert werden, welche für das Verständnis vorliegender Erfindung wesentlich sind.

Die Anordnung umfaßt eine Hochdruckpumpe 10, welche über eine Hochdruckleitung 12 mit dem Hochdruckspeicher ("Rail") 14 in Verbindung steht. Der Hochdruckspeicher 14 ist über weitere Hochdruckleitungen mit Injektoren 18 verbunden. In der vorliegenden Darstellung sind eine Hochdruckleitung 16 und ein Injektor 18 gezeigt. Der Injektor 18 ist in eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs eingebaut. Das dargestellte System wird von einem Motor-Steuergerät 20 gesteuert. Durch das Motor-Steuergerät 20 erfolgt insbesondere eine Steuerung des Injektors 18.

An dem Injektor 18 ist eine Einrichtung 22 zum Speichern von Informationen vorgesehen, welche sich individuell auf den Injektor 18 beziehen. Die Informationen, welche in der Einrichtung 22 gespeichert sind, können von dem Motor-Steuergerät 20 berücksichtigt werden, so daß eine individuelle Steuerung eines jeden Injektors 18 erfolgen kann. Vorzugsweise handelt es sich bei den Informationen um Korrekturwerte für das Mengenkennfeld

des Injektors 18. Die Einrichtung 22 zum Speichern der Informationen kann beispielsweise als Datenspeicher oder auch als einer oder mehrere elektrische Widerstände, als Barcode, durch alphanumerische Verschlüsselung oder dergleichen oder auch durch eine an dem Injektor 18 angeordnete integrierte Halbleiterschaltung realisiert sein. Das Motor-Steuergerät 20 kann ebenfalls eine integrierte Halbleiterschaltung zur Auswertung der in der Einrichtung 22 gespeicherten Informationen aufweisen.

Die von jedem Injektor 18 zugemessene Einspritzmenge ist in Abhängigkeit von dem Raildruck in einem in dem Motor-Steuergerät 20 gespeicherten Kennfeld festgelegt, wobei das Kennfeld aufgrund mehrerer Prüfpunkte (Voreinspritzung, Leerlauf, Emissionspunkt, Vollast), die unterschiedlichen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine entsprechen, ermittelt wird. An diesen Prüfpunkten wird jeweils ein Mengenabgleich auf an sich bekannte und aus der DE 102 15 610 hervorgehenden Weise vorgenommen. Die Einspritzmenge wird nun durch die Einspritzdauer des Injektors 18 bestimmt, das heißt die Zeit, die zwischen dem Einspritzbeginn und dem Einspritzende vergeht.

Um eine Kraftstoffmengenmessung im gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine und des Injektors 18 zu ermöglichen, werden die Abgleichwerte zwischen den durch die Prüfpunkte definierten Stützstellen interpoliert.

Über die Lebensdauer der Injektoren 18 ist nun eine Mengendrift dahingehend zu beobachten, daß sich über die Lebensdauer der Injektoren 18 die ursprünglich durch Festlegung des Einspritzbeginns und der Einspritzdauer festgelegte Einspritzmenge verändert.

Um diese Mengendrift zu kompensieren, wird nun bei einem Common-Rail-Injektor, beispielsweise bei einem Common-Rail-Injektor mit voll-ballistischem Kennfeld ohne VE(Voreinspritzungs)-Plateau, welches schematisch in Fig. 2 dargestellt ist, ein Injektormengenabgleich (IMA) beispielsweise an den fünf vorerwähnten Prüfpunkten LL (Leerlauf), VE1 (Voreinspritzung 1), EM (Emissionspunkt), VE2 (Voreinspritzung 2) und VL (Vollast) vorgenommen. Zusätzlich werden Übertragungsfunktionen $\ddot{U}_1 = f(VE1, LL)$, $\ddot{U}_2 = f(VE2, EM)$ und $\ddot{U}_3 = f(EM, VL)$ ermittelt.

Um nun eine Mengenkorrektur über die Lebensdauer des Injektors 18 zu realisieren, wird daraufhin die Mindestansteuerdauer in zwei Betriebspunkten VE1 und VE2 ermittelt, bei der gerade Kraftstoff eingespritzt wird, wobei jeweils ausgehend von einem Startwert die Ansteuerdauer vergrößert oder verringert wird, und die Ansteuerdauer, bei der eine Änderung eines Signals auftritt, als Mindestansteuerdauer VE1' bzw. VE2' gespeichert wird. Sodann werden jeweils die Differenzen $\Delta_1(VE1, VE1')$ bzw. $\Delta_2(VE2, VE2')$ bestimmt. Aus diesen Differenzen werden nun mit Hilfe der Übertragungsfunktionen \ddot{U}_1 , \ddot{U}_2 , \ddot{U}_3 , welche den Zusammenhang zwischen der Mindesteinspritzdauer VE1 und der Ein-

spritzdauer im Leerlaufbetrieb LL, den Zusammenhang zwischen der zweiten Mindesteinspritzdauer und der Einspritzdauer im Emissionspunkt EM sowie den Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Betriebspunkten, beispielsweise der Einspritzdauer im Emissionspunkt EM und der Einspritzdauer im Vollastbetrieb VL, Korrekturwerte für das Mengenkennfeld des Injektors bestimmt und gespeichert:

$$\begin{aligned} LL' &= f(LL, \Delta_1, \ddot{U}_1), \quad EM' = f(EM, \Delta_2, \ddot{U}_2) \text{ und} \\ VL' &= f(VL, EM', \ddot{U}_3). \end{aligned}$$

Es wird so gewissermaßen von der sogenannten Nullmengenkorrektur, das heißt der Korrektur der Mindesteinspritzdauer oder Mindestansteuerdauern VE1, VE2 mit Hilfe der Übertragungsfunktionen \ddot{U}_1 , \ddot{U}_2 , \ddot{U}_3 auf die Einspritzdauern in den weiteren Prüfpunkten LL', EM', VL' des Mengenkennfelds des Injektors 18 geschlossen.

Diese Übertragungsfunktionen können während des Injektormengenabgleichs oder auch unabhängig vom Injektormengenabgleich ermittelt werden.

Die Übertragungsfunktionen \ddot{U}_1 , \ddot{U}_2 , \ddot{U}_3 können entweder auf dem Injektor 18 gespeichert, das heißt der Injektor 15 mit den Übertragungsfunktionen kodiert werden oder als Kennlinie im Motor-Steuergerät 20 abgelegt werden. Vorteilhafterweise werden Korrekturen der Kennfeldpunkte $LL' = f(LL, \Delta_1, \ddot{U}_1)$, $EM' = f(EM, \Delta_2, \ddot{U}_2)$ und $VL' = f(VL, EM', \ddot{U}_3)$ bei jeder Nullmengenkorrektur

vorgenommen. Hierdurch wird ein geschlossener Mengenregelkreis realisiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Ansteuerdauer wenigstens eines elektrisch betätigten Injektors (18) die einzuspritzende Kraftstoffmenge festlegt, wobei in bestimmten Betriebszuständen die Mindestansteuerdauer ermittelt wird, bei der gerade Kraftstoff eingespritzt wird, wobei ausgehend von einem Startwert die Ansteuerdauer erhöht oder verringert wird, und die Ansteuerdauer, bei der eine Änderung eines Signals auftritt, als Mindestansteuerdauer gespeichert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zwischen der Ansteuerdauer, bei der eine Änderung des Signals auftritt und der gespeicherten Mindestansteuerdauer ermittelt wird und hieraus mittels wenigstens einer Übertragungsfunktion ($\ddot{U}1$, $\ddot{U}2$, $\ddot{U}3$), welche den Zusammenhang zwischen der Mindestinspritzdauer und Ansteuerdauern an mehreren Prüfpunkten (VE1, VE2, LL, EM, VL) des Injektors (18) und/oder den Zusammenhang zwischen den Ansteuerdauern an unterschiedlichen Prüfpunkten des Injektors (18) charakterisiert, Korrekturwerte für das Mengenkennfeld des Injektors (18) bestimmt und gespeichert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Übertragungsfunktion ($\ddot{U}1$, $\ddot{U}2$, $\ddot{U}3$) während eines Injektormengenabgleichs (IMA) bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Übertragungsfunktion ($\ddot{U}1$, $\ddot{U}2$, $\ddot{U}3$) auf dem Injektor (18) gespeichert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsfunktionen ($\ddot{U}1$, $\ddot{U}2$, $\ddot{U}3$) in einem Motor-Steuergerät (20) gespeichert werden.

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

Verfahren zur Steuerung eines Kraftstoffzumeßsystems
einer Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

Ein Verfahren zur Steuerung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Ansteuerdauer wenigstens eines elektrisch betätigten Injektors die einzuspritzende Kraftstoffmenge festlegt, wobei in bestimmten Betriebszuständen die Mindestansteuerdauer ermittelt wird, bei der gerade Kraftstoff eingespritzt wird, wobei ausgehend von einem Startwert die Ansteuerdauer erhöht oder verringert wird, und die Ansteuerdauer, bei der eine Änderung eines Signals auftritt, als Mindestansteuerdauer gespeichert wird ist dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zwischen der Ansteuerdauer, bei der eine Änderung des Signals auftritt und der gespeicherten Mindestansteuerdauer ermittelt wird und hieraus mittels wenigstens einer Übertragungsfunktion, welche den Zusammenhang zwischen der Mindesteinspritzdauer und Ansteuerdauern an mehreren Prüfpunkten des Injektors und/oder den Zusammenhang zwischen den Ansteuerdauern an unterschiedlichen Prüfpunkten des Injektors charakterisiert, Korrekturwerte für das Mengenkennfeld des Injektors bestimmt und gespeichert werden.

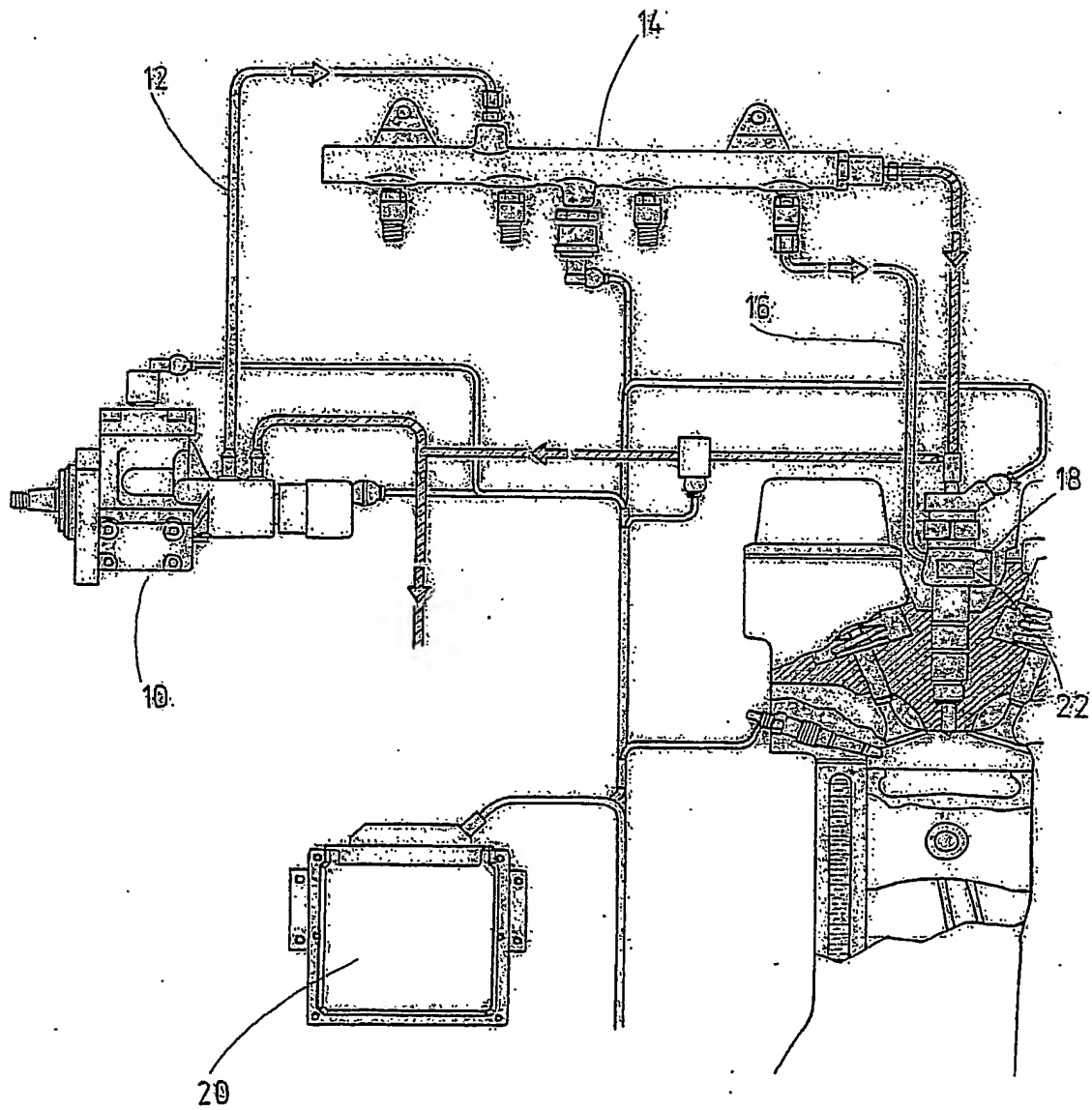


Fig.1 (Stand der Technik)

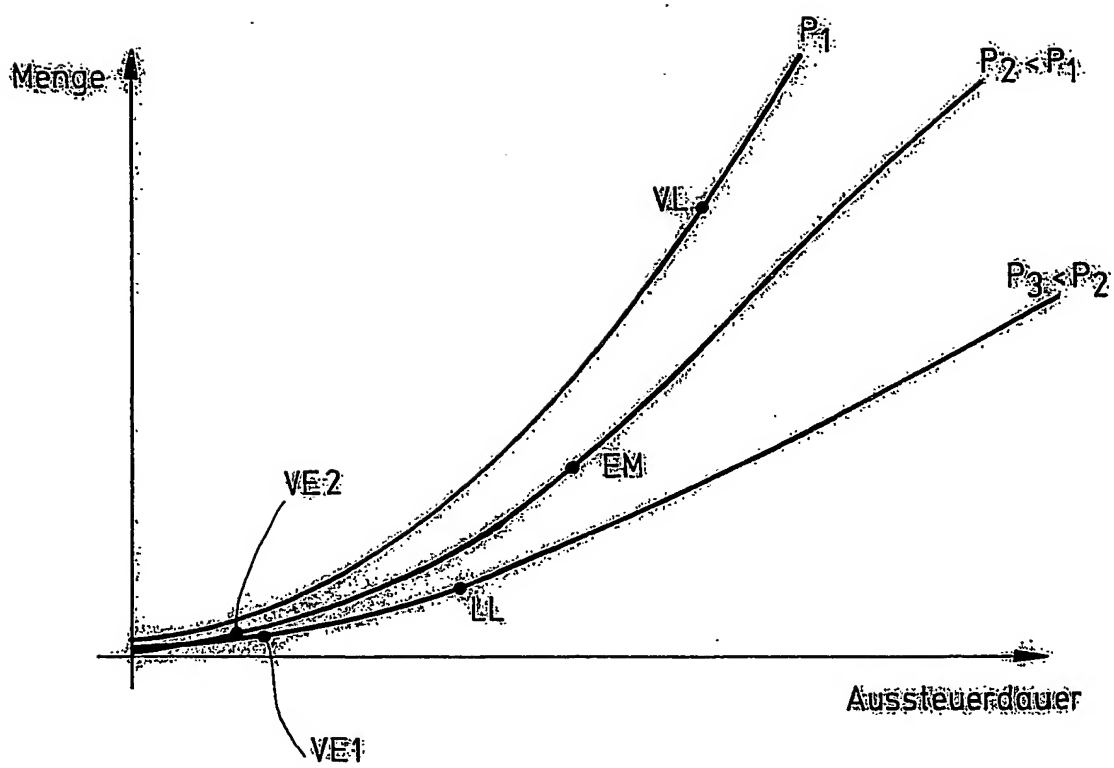


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.